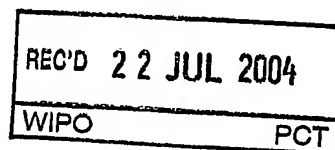


**PRIORITY
DOCUMENT**

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen:

103 38 145.7

Anmeldetag:

15. August 2003

Anmelder/Inhaber:

Stiftung caesar Center of Advanced European
Studies and Research, 5311 Bonn/DE

Bezeichnung:

Verfahren zur Darstellung von 3D Bilddaten

IPC:

G 06 T 11/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 1. Juli 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag


Remus

BEST AVAILABLE COPY

15.08.2003
BD 03079 B

Stiftung Caesar
Center of Advanced European Studies and Research
Ludwig-Erhard-Allee 2
53175 Bonn

Verfahren zur Darstellung von 3D Bilddaten

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Präsentation von Bilddaten, die ein dreidimensionales Objekt in einem Raum repräsentieren, wobei aus den Bilddaten durch Überlagerung mehrerer Bildebenen Projektionsdaten erzeugt werden, die eine zweidimensionale Projektion des Objektes repräsentieren, und wobei die Projektion auf einem Bildschirm einem Nutzer zur Ansicht dargestellt wird.

Moderne Bilderzeugungssysteme, wie sie insbesondere in der Medizin eingesetzt werden, produzieren Bilddaten (3D Volumendaten), die das abzubildende Objekt in seiner Dreidimensionalität repräsentieren und die für den Nutzer respektive den Betrachter aufbereitet und dargestellt werden müssen. Dabei besteht mittlerweile die Möglichkeit, auf präoperativ oder intraoperativ gewonnene 3D-Bilddaten des zu behandelnden Objekts, beispielsweise eines Kiefers zurückzugreifen, um eine Diagnose durchzuführen und auch um vor dem Eingriff Planungen vornehmen zu können. In der Medizin werden Computertomographen (CT) und Kernspintomographen (MR) als 3D bilderzeugende Geräte eingesetzt. Insbesondere im Dentalbereich wird auch die digitale Volumen Tomographie (DVT) eingesetzt, die sich eines kegelförmigen Strahlenbündels („Cone Beam“) bedient. Dabei werden mit einer den Patienten umkreisenden Anordnung aus Röntgenröhre und Detektor eine Vielzahl von Aufnahmen gemacht und aus diesen Röntgenaufnahmen ein 3D Bilddatensatz ermittelt.

Die Darstellung der 3D Bilddaten erfolgt meist auf herkömmlichen Bildschirmen und damit in nur zwei Dimensionen (2D). Aus der Chirurgie ist es jedoch bekannt, gleichzeitig drei zueinander orthogonale Schnitte durch das Objekt in zwei Dimensionen darzustellen. Mit einem Zeigeeinstrument hat der Bediener dabei die Möglichkeit, die jeweilige Lage der Schnitte respektive die Tiefe der Schnitte vorzugeben. Eine andere Darstellungsmöglichkeit ist die Projektion der 3D Bilddaten auf eine definierte Ebene und eine anschließende 2D Darstellung dieser Ebene.

Nachteilig an den bekannten Verfahren ist, dass bei jeder Projektion von 3D Bilddaten in eine Ebene Detailinformationen insofern verloren gehen, als in Richtung der Projektion über die einzelnen Volumeninformationen gemittelt wird. Im Falle der Darstellung eines 3D Volumens mittels der orthogonalen Schnitte ist zudem die Handhabbarkeit verhältnismäßig aufwendig. Eine zur Orientierung notwendige Übersichtsdarstellung kann gleichzeitig nur in einem separaten Fenster über eine Volumenprojektion oder eine Oberflächendarstellung des Objekts erfolgen.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Verfahren zur Präsentation von Bilddaten zu schaffen, das sich einfach und mit preiswerten Mitteln realisieren lässt, und das sich bei hoher Zuverlässigkeit durch eine große Praktikabilität auszeichnet.

Diese Aufgabe wird durch das Verfahren mit den kennzeichnenden Merkmalen des Anspruch 1 gelöst.

Besondere Ausführungsformen sind in den Unteransprüchen genannt.

Der Kerngedanke der Erfindung liegt darin, einerseits die Projektion, die ja von relativ geringer räumlicher Auflösung ist, als Gesamtaufnahme darzustellen. An dieser kann sich der Betrachter orientieren. Andererseits wird dem Nutzer die Möglichkeit zu geben, aus der Projektion einen Ausschnitt auszuwählen und in diesem eine Detailaufnahme höherer Qualität darzustellen. Auf diese Art weiß der Nutzer, wo er sich innerhalb des Objektes befindet und bekommt zudem weitere

Detailinformation bezüglich des Ortes seines Interesses. Erfindungsgemäß wird dazu aus der Projektion ein Teilbereich ausgewählt und innerhalb des Teilbereiches ein Detailbild erzeugt, wobei die Erzeugung in unmittelbarem oder in mittelbarem Rückgriff auf den Datenbestand der Bilddaten geschieht. Das Detailbild zeichnet sich dadurch aus, dass es einen anderen Informationsgehalt aufweist als die Projektion, wobei der höhere Informationsgehalt sich beziehen kann beispielsweise auf die Auflösung und/oder den Blickwinkel. Auf dem Bildschirm wird dann im Rahmen des vom Nutzer ausgewählten Teilbereiches das Detailbild dargestellt. Der Nutzer sieht somit ein Bild im Bild.

Die Erfindung macht es sich dabei zunutze, dass ein 3D Datensatz vorhanden ist, aus dem die Projektionsdarstellung berechnet wird. Die eigentliche 3D Information stand zwar schon immer zur Verfügung, wurde aber bislang nicht dargestellt. Entsprechend der Erfindung wird die dem Nutzer gewohnte Projektionsdarstellung nun so modifiziert, dass er, ohne dass es einer zusätzlichen Darstellung in einem separaten Fenster bedarf, innerhalb des Teilbereiches zu den detaillierteren 3D Informationen des Datensatzes Zugang hat. Es ist von besonderem Vorteil, dass die Bedienung intuitiv und interaktiv erfolgt und dass die Übersichtlichkeit der Projektionsdarstellung erhalten bleibt. Das Anwendungsgebiet der Erfindung ist nicht auf die Medizin beschränkt. So ist auch ein Einsatz im nichtmedizinischen Bereich möglich. Als Beispiel seien dabei Röntgenscanner auf Flughäfen genannt.

Vorteilhafterweise wird die Erfindung so umgesetzt, dass in der gewohnten Projektionsdarstellung ein Teilbereich markiert wird, den der Benutzer mit einem Zeigeelement an die Stelle schiebt, für die er detailliertere Informationen in 3D sehen möchte. In diesem Bereich wird dem Benutzer beispielsweise dann statt der gesamten Projektion eine dünnere Schicht oder sogar nur eine einzige Schnittebene dargestellt. Der Nutzer könnte auch nach der Platzierung durch die Bewegung des Zeigeelementes für den Bereich parallel zur Darstellungsebene „surfen“, also je nach Lage des Zeigeelementes mehr oder weniger tief in das 3D Volumen eintauchen. Der Nutzer hat in einer solchen vorteilhaften Ausführungsform – wie dargestellt, interaktiven Zugriff auf die Bild-Informationen innerhalb des Teilbereiches, indem er durch Bewegen eines Zeigeelementes

zwischen verschiedenen Schichten insbesondere parallel zur Projektionsebenen blättern kann.

In einer vorteilhaften Ausführungsform kann der Nutzer unter mehreren möglichen Detailbildern eines auswählen, wobei sich die Detailbilder im Informationsgehalt, insbesondere in der durch das Detailbild repräsentierten Tiefe, in dem Blickwinkel oder in der Darstellungsart, unterscheiden. Insbesondere können die Detailbilder von „Sub-Projektionen“ gebildet sein. Als Sub-Projektion wird dabei eine Projektion verstanden, die aus einer Zusammenfassung einer Anzahl von Bildschnitten erzeugt ist, wobei diese Anzahl jedoch kleiner ist als die Anzahl der Bildschnitte, aus denen die zur Übersicht dienende Projektion erzeugt ist. Dabei kann die Anzahl im Bereich zwischen eins und der Anzahl aller vorhandenen Schichten minus eins sein. Auf jeden Fall zeichnet sich eine solche Sub-Projektion durch eine höhere Tiefenschärfe von der Projektionen aus, da bei der Erzeugung der Sub-Projektionen weniger Bildebenen überlagert werden. Wenn genau eine Bildebene eine Sub-Projektion repräsentiert, ist die Tiefenschärfe am größten. Letztendlich wird bei der Erzeugung der Sub-Projektion gezielt eine bestimmte Information aus den vorhandenen Bilddaten herauspräpariert.

Zwar ist es rechnerisch möglich für die Sub-Projektion jede beliebige Blickrichtung zu wählen, aus Gründen der Übersichtlichkeit ist es jedoch vorteilhaft, die Ebene der Sub-Projektionen parallel zur Ebene der Projektion zu legen.

In einer anderen vorteilhaften Ausführungsform wird auf dem Bildschirm ein separates Fenster eröffnet, in dem verschiedene Schnitte durch das Objekt im Rahmen des ausgewählten Teilbereiches dargestellt werden. So kann der Nutzer sich einen Überblick über das vorhandene Angebot darstellbarer Schnitte verschaffen, bevor er unter diesen Schnitten auswählt. Statt der Schnitte kann in dem separaten Fenster auch eine 3D Volumendarstellung des Details oder eine Oberflächendarstellung erfolgen. Bezüglich derartiger Möglichkeiten sind der Erfindung nur Grenzen gesetzt durch den Bestand der Bilddaten und durch die zur Verfügung stehende Rechnerkapazität.

Erfindung nur Grenzen gesetzt durch den Bestand der Bilddaten und durch die zur Verfügung stehende Rechnerkapazität.

Ein besonders vorteilhaftes Anwendungsgebiet der Erfindung liegt in der Medizin, so dass die Bilddaten einen Teil eines menschlichen oder tierischen Körpers repräsentieren und mit einem Diagnosesystem aufgenommen sind. Gerade in der Zahnheilkunde ist der Einsatz des Verfahrens besonders vorteilhaft. Wie schon angesprochen, ist es zudem vorteilhaft, wenn es sich um Bilddaten handelt, die mit einem Computertomographen, einem Kernspintomographen oder einem digitalen Volumen Tomographen aufgenommen worden sind.

Nachfolgend wird die Erfindung anhand der Figuren 1 bis 4 näher beschrieben. Es zeigen:

Figur 1 ein Schema der Aufarbeitung der Bilddaten,

Figur 2 eine Projektion eines Kiefers,

Figur 3 die Projektion des eines Kiefers mit Detaildarstellung im Teilbereich und

Figur 4 a-c, Projektionen des Kiefers mit jeweils einer anderen Detaildarstellung im Teilbereich.

In den Figuren ist das Verfahren zur Präsentation von Bilddaten dargestellt. Dabei wurde zunächst mittels eines bekannten Diagnoseverfahrens (CT, MR, DVT o.ä.) ein Satz von Bilddaten 1 aufgenommen, der das Objekt, hier einen menschlichen Kiefer 7, im Raum repräsentiert. Die Bilddaten 1 sind symbolisch innerhalb eines Speicherbereiches in der Figur 1 dargestellt. Für die Bilderzeugung werden Teile 2 der Bilddaten 1, hier im wesentlichen die den Kiefer beschreibenden Bildpunkte, die auf gekrümmten Ebenen entlang des Kieferkamms liegen, herausgegriffen, bevor aus diesen Teilen 2 letztendlich eine Projektion 6 (Figur 2) erzeugt wird. Zur Erstellung der Projektion 6 werden die extrahierten Teile 2 in einem weiteren Schritt 3 in ihrer Dreidimensionalität so aufgespannt, dass hintereinanderliegende zweidimensionale Bildebenen 4 entstehen. Diese Ebenen 4 werden in Richtung

zum Betrachter gedreht 5 und dann zu der Projektion 6 aufsummiert (Figur 1, Pfeil A). Durch die Addition geht die den einzelnen Bildebenen 4 anhaftende Information verloren, da sozusagen über die gesamte Tiefe gemittelt wird. Aus den Bilddaten werden somit letztendlich durch rechnerische Überlagerung mehrerer Bildebenen 4 Projektionsdaten erzeugt, die eine zweidimensionale Projektion 6 des Objektes 7 repräsentieren, wobei die Projektion 6 auf einem Bildschirm einem Nutzer zur Ansicht dargestellt wird.

Erfindungswesentlich ist, dass nun innerhalb der Projektion 6 ein Teilbereich 8 ausgewählt wird. Dies geschieht beispielsweise mittels einer „Maus“ und eines von der Maus gesteuerten und von einem Rechteck umgebenen Cursors auf dem Bildschirm. So kann mittels einer Maustaste der Bereich 8 in Größe und/oder Ort definiert werden. Innerhalb dieses Teilbereiches 8 wird unmittelbar oder mittelbar auf die Bilddaten 1 zurückgegriffen und ein Detailbild 9 (Figur 3) erzeugt, das sich gegenüber der Projektion 6 durch eine andere Bildqualität respektive einen anderen Informationsgehalt auszeichnet. In diesem Fall werden die einzelnen in der Projektion 6 summierten Bildebenen 4 wieder aufgelöst und können separat dargestellt werden. Sie bilden damit Sub-Projektionen 10 höherer Tiefenschärfe. In Figur 2 ist der Stapel der hintereinanderliegenden Sub-Projektionen 10 innerhalb der Projektion 6 dargestellt. Mit einer anderen Mausfunktion kann der Stapel „durchgeblättert“ werden.

Anders ausgedrückt liegt auf einem Rechner ein 3D Volumendatensatz 1 und eine Software berechnet die Projektion 6 entlang einer gewünschten Richtung. Die Projektion 6 wird auf dem Monitor dargestellt. Die Software hat dabei Zugriff auf den gesamten 3D Datensatz und kann somit jede beliebige Schicht, beispielsweise jede zur Projektionsebene parallel verlaufende Schicht, in dem Teilbereich darstellen. Der Benutzer kann dann durch die Bewegung des Zeigeelements interaktiv in den Schichten, also senkrecht zur dargestellten Ebene, blättern.

In Figur 4 sind dargestellt jeweils eine Projektion 6, die den Großteil des Bildschirms einnimmt. Innerhalb jeder Projektion ist ein Detailbild 9 dargestellt, das jeweils eine andere Schicht innerhalb des Kiefers zeigt. Deutlich zu erkennen ist die Schichtung des Fünfer Backenzahnes links oben 11, von dem in Figur 4c die

beiden außenliegenden Wurzeln zu sehen sind, während in Figur 4a die innenliegende Wurzel zu erkennen ist. In der Projektion sind diese Details nicht auflösbar.

15.08.2003
BD 03079 C

Ansprüche

1. Verfahren zur Präsentation von Bilddaten (1), die ein dreidimensionales Objekt (7) in einem Raum repräsentieren, wobei aus den Bilddaten (1) durch rechnerische Überlagerung mehrerer Bildebenen Projektionsdaten erzeugt werden, die eine zweidimensionale Projektion (6) des Objektes (7) repräsentieren, und wobei die Projektion (6) auf einem Bildschirm einem Nutzer zur Ansicht dargestellt wird,
dadurch gekennzeichnet,
dass aus der Projektion (6) ein Teilbereich (8) ausgewählt wird, dass innerhalb des Teilbereiches (8) in unmittelbarem oder in mittelbarem Rückgriff auf die Bilddaten (1) ein Detailbild (9) erzeugt wird, wobei das Detailbild (9) einen anderen Informationsgehalt aufweist als die Projektion (6), und dass auf dem Bildschirm innerhalb des Teilbereiches (8) das Detailbild (9) dargestellt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Nutzer eines unter mehreren möglichen Detailbildern (9) auswählt, die sich in ihrer Informationsgehalt, insbesondere in der durch das Detailbild (9) repräsentierten Tiefe, in dem Blickwinkel oder in der Darstellungsart, unterscheiden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Detailbild (9) eine Sub-Projektion (10) ist, die sich durch eine höhere Tiefenschärfe von der Projektionen (6) unterscheidet.
4. Verfahren nach Anspruch 3,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Ebenen (4) der Sub-Projektionen (10) parallel zur Ebene der Projektion (6) ist.

5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass auf dem Bildschirm ein separates Fenster eröffnet wird, in dem verschiedene Schnitte durch das Objekt (7) im Rahmen des ausgewählten Teilbereiches (8) dargestellt werden.
6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass in dem separaten Fenster eine Volumendarstellung oder eine Oberflächendarstellung erfolgt.
7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass bei der Erzeugung der Sub-Projektionen (10) mit höherer Tiefenschärfe weniger Bildebenen (4) überlagert werden als bei der Erzeugung der Projektionen (6).
8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass genau eine Bildebene (4) eine Sub-Projektion (10) repräsentiert.
9. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Nutzer innerhalb des Teilbereiches (8) interaktiven Zugriff auf die Bild-Informationen hat, indem er durch Bewegen eines Zeigeelementes zwischen verschiedenen Schichten parallel zur Projektionsebenen blättern kann.
10. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Bilddaten einen Teil eines menschlichen oder tierischen Körpers repräsentieren und mit einem Diagnosesystem aufgenommen sind.

11. Verfahren nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Bilddaten mit einem Computertomographen (CT), einem
Kernspintomographen (MR) oder der digitalen Volumen Tomographie
(DVT) aufgenommen sind.
12. Verwendung des Verfahrens nach einem der vorherigen Ansprüche zur
Präsentation von Bilddaten im Bereich der Zahnheilkunde.

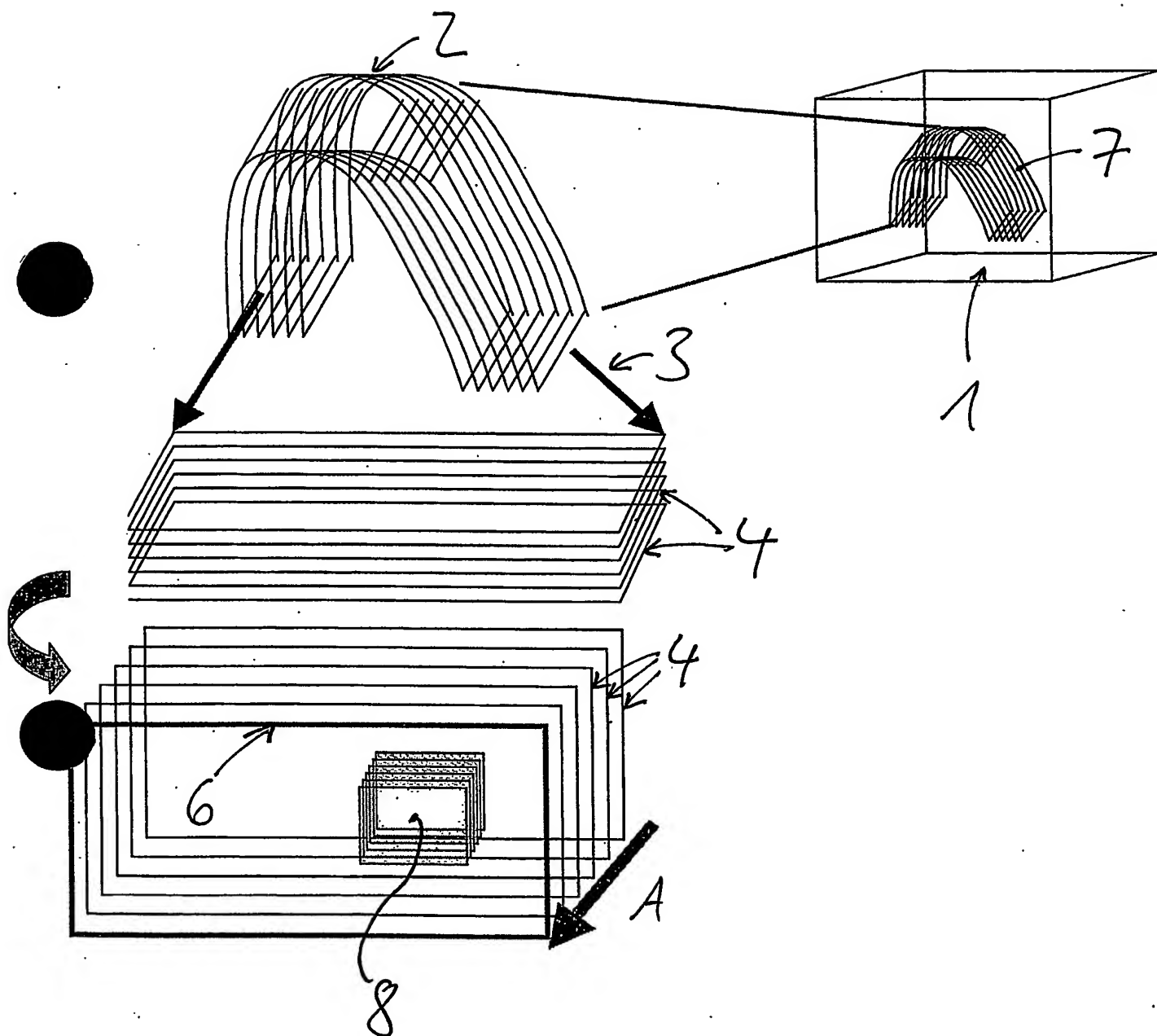


Fig. 1

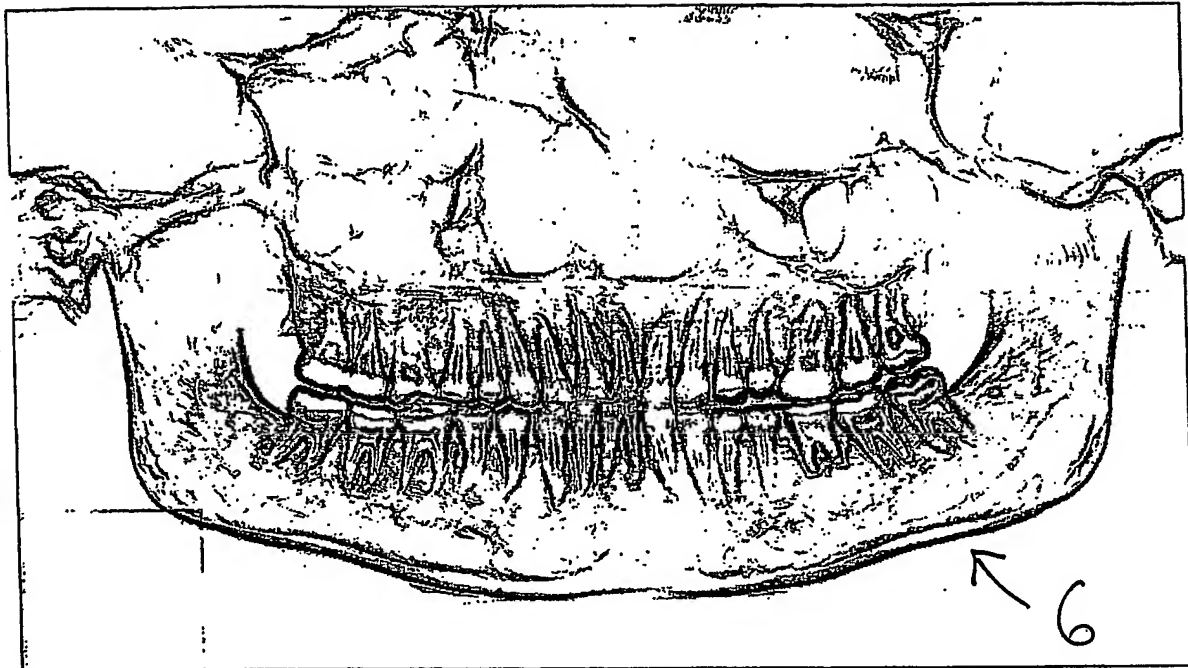


Fig. 2

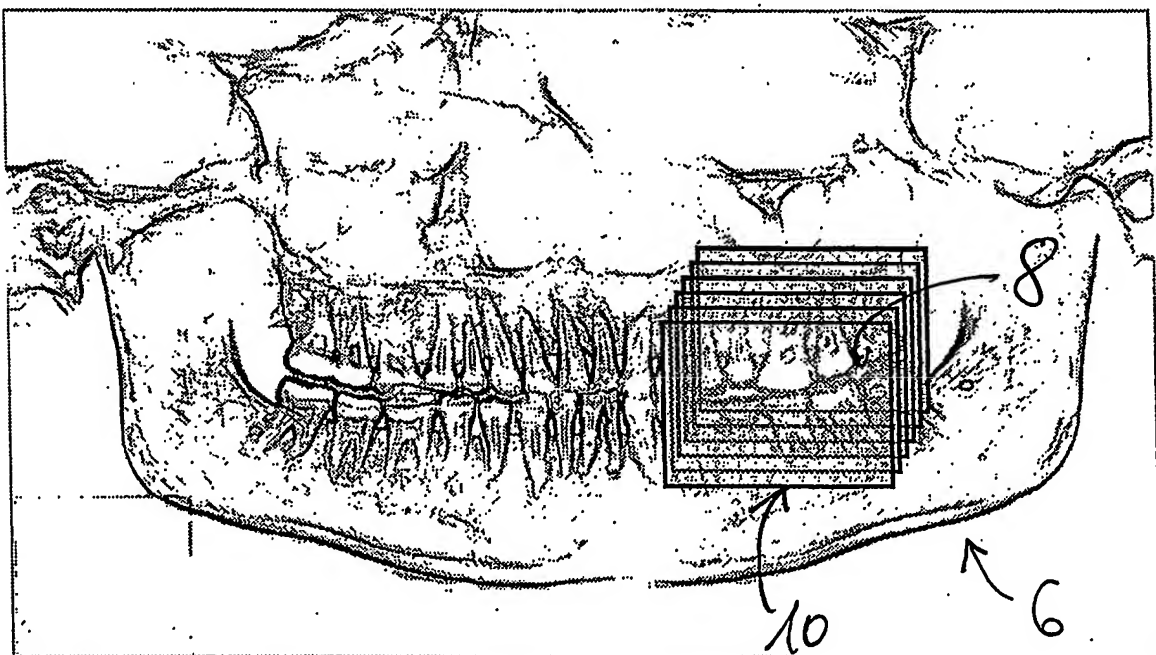
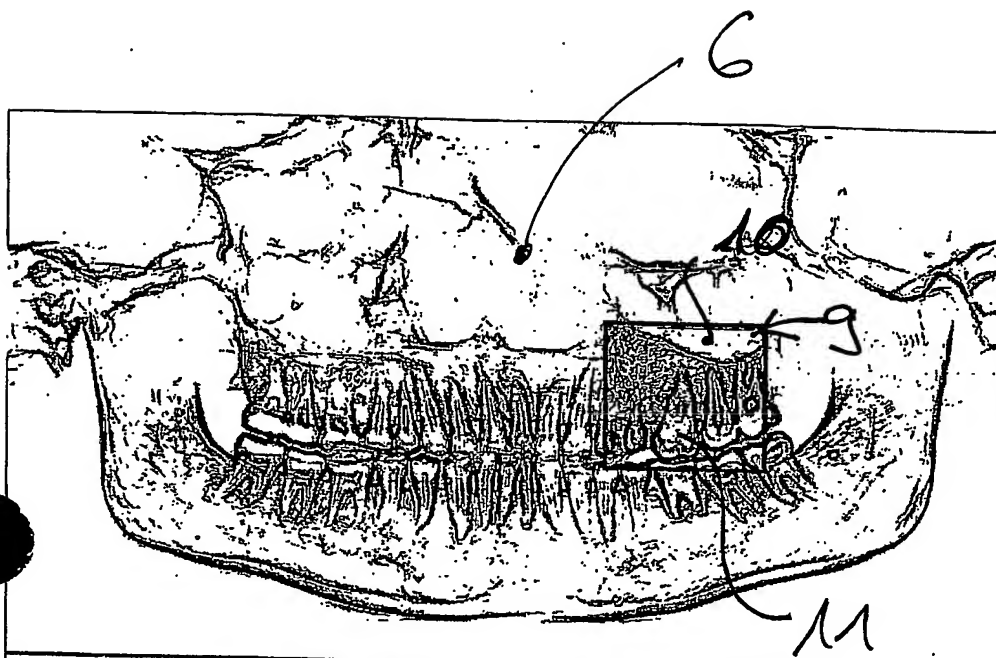
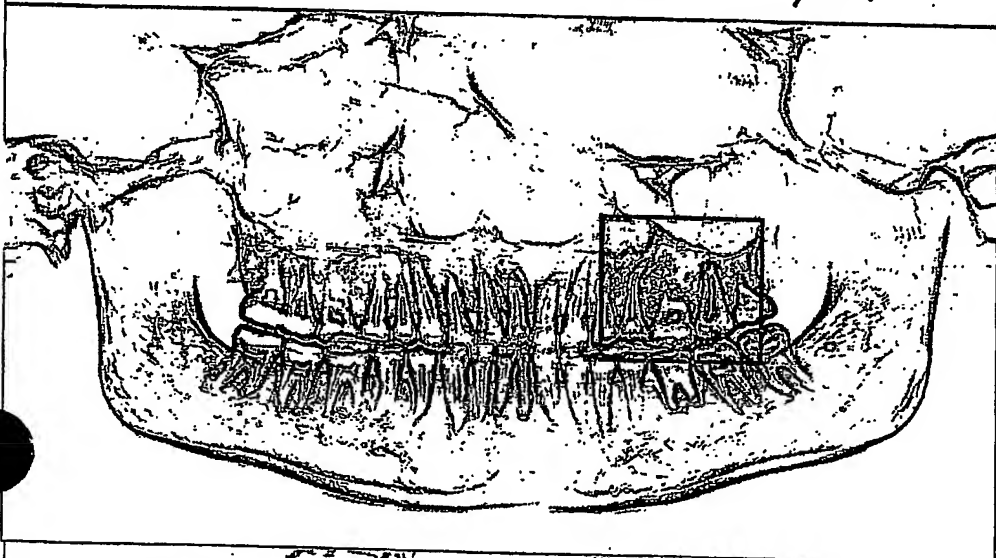


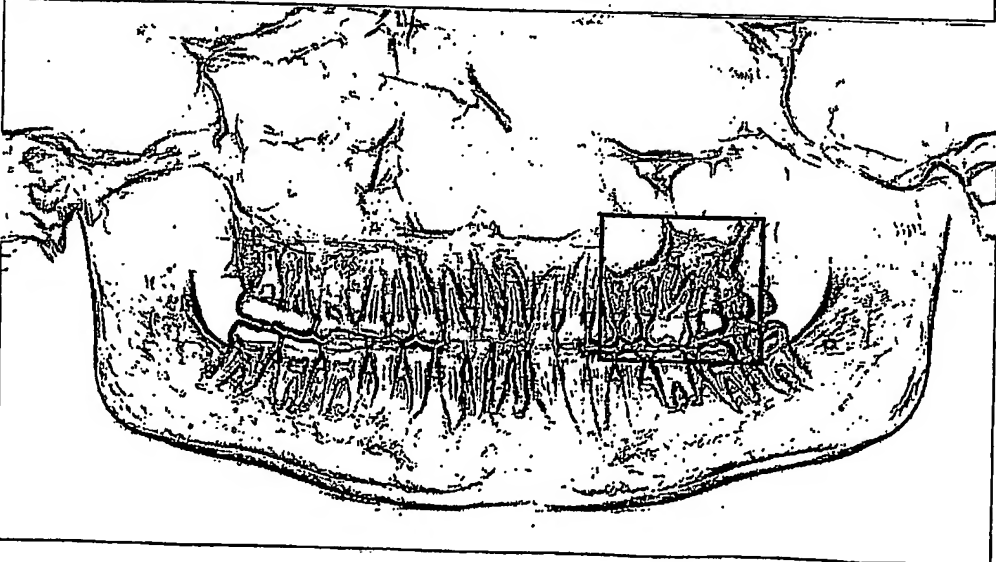
Fig. 3



a)



b)



c)

Fig. 4

15.08.2003

BD 03079 Z

Zusammenfassung

Verfahren zur Präsentation von Bilddaten 1, die ein dreidimensionales Objekt 7 in einem Raum repräsentieren, wobei aus den Bilddaten 1 durch rechnerische Überlagerung mehrerer Bildebenen Projektionsdaten erzeugt werden, die eine zweidimensionale Projektion 6 des Objektes 7 repräsentieren, wobei die Projektion 6 auf einem Bildschirm einem Nutzer zur Ansicht dargestellt wird, wobei aus der Projektion 6 ein Teilbereich 8 ausgewählt wird, wobei innerhalb des Teilbereiches 8 in unmittelbarem oder in mittelbarem Rückgriff auf die Bilddaten 1 ein Detailbild 9 erzeugt wird, wobei das Detailbild 9 einen anderen Informationsgehalt aufweist als die Projektion 6, und wobei auf dem Bildschirm innerhalb des Teilbereiches 8 das Detailbild 9 dargestellt wird.

Figur 3

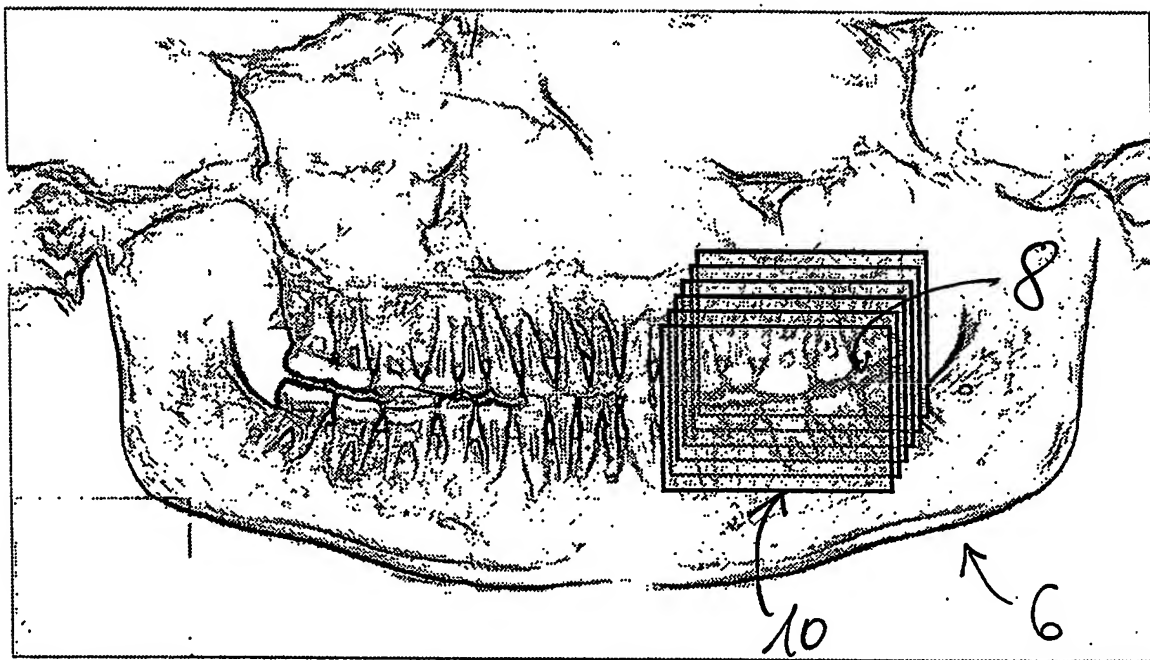


Fig. 3

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.